Aus der prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts
der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng)
(Arbeit unter Leitung von PD Dr. Dr. F. Gasser)

---

# Studie über die Kauleistung mit der natürlichen und künstlichen Zahnreihe

## Eine Messmethode und ihre Grenzen

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

1963

vorgelegt von
HANSJÖRG BRUNNER
von Seedorf/BE

VERLAG P. G. KELLER - WINTERTHUR 1964

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546021_0070

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN -

Aus der prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts
der Universität Basel
(Vorsteher: Prof. Dr. med. Max Spreng)
(Arbeit unter Leitung von PD Dr. Dr. F. Gasser)

---

# Studie über die Kauleistung mit der natürlichen und künstlichen Zahnreihe

## Eine Messmethode und ihre Grenzen

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

vorgelegt von
HANSJÖRG BRUNNER
von Seedorf/BE

VERLAG P. G. KELLER - WINTERTHUR 1964

Von der Medizinischen Fakultät genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. Max Spreng

Tag der Promotion: 1. März 1963

*Meinen Eltern in Dankbarkeit*

# INHALT


Einführung ..... 7

Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen anderer Autoren ..... 9

Ziel der vorliegenden Arbeit ..... 13

Besprechung der Schwierigkeiten bei der Wahl des zu kauenden Materials .... 13

Der Kautest ..... 15

A. Benötigte Utensilien ..... 15

B. Praktische Durchführung einer Messung ..... 17

C. Auswertung ..... 18

Bemerkungen ..... 22

Faktoren, welche den Grad der Nahrungszerkleinerung beeinflussen ..... 23

Grenze der Methode ..... 24

Durchgeführte Kauleistungsmessungen ..... 25

Serie A: Natürliche Bezahnung ..... 25

Serie B: Totale Prothesen ..... 29

Zusammenstellung der Messergebnisse in einer Tabelle ..... 32

Serie A: Natürliche Bezahnung ..... 32

Serie B: Totale Prothesen ..... 33

Conclusio ..... 34

Zusammenfassung ..... 35

Literatur ..... 37

# EINFÜHRUNG

Ein Verfahren zur objektiven Bestimmung des Kauvermögens dient prothetischen und kieferorthopädischen Abteilungen von Zahnärztlichen Instituten. Dem Prothetiker wird ermöglicht festzustellen, wie wirksam mit verschiedenen Konstruktionsarten von Prothesen die Nahrung zerkleinert werden kann.

In Zusammenarbeit mit Internisten könnte versucht werden, eine untere Grenze für das Kauvermögen festzulegen, unterhalb der mit einer Überlastung des Magendarmtraktes gerechnet werden müsste. Eine Kauleistungsmessung kann aufschlussreich sein, wenn es zu beurteilen gilt, ob ein Restgebiss oder eine Prothese den Mindestanforderungen genügt oder nicht.

Auch den Kieferorthopäden wird in speziellen Fällen die Tauglichkeit eines Gebisses zur Nahrungszerkleinerung interessieren. Für ihn gilt es, zu entscheiden, ob eine Regulierung aus kaufunktionellen Gründen notwendig ist. Ferner könnte ein Kauleistungstest darüber Aufschluss geben, ob durch eine kieferorthopädische Behandlung die Kaufähigkeit verbessert worden ist.

Um dem Prothetiker die Beurteilung der kaufunktionellen Wirksamkeit von Prothesen zu erleichtern, befassten sich Autoren wie *Christiansen, Reich, Manly* und *Braley* mit der Kauleistungsmessung. Alle bemühten sich um eine Methode, die:

1. geeignet ist, das Kauvermögen eines Patienten auf möglichst einfache Art objektiv zu messen,
2. erlaubt, die Ergebnisse verschiedener Messungen (z. B. mit differenten prothetischen Apparaturen) miteinander zu vergleichen,
3. einen möglichst geringen Aufwand an Apparaturen erfordert,
4. den Patienten zeitlich wenig belastet, und mit geringen Unannehmlichkeiten verbunden ist,
5. rasch zum Messergebnis führt.

## Ergebnisse vorangegangener Untersuchungen anderer Autoren

Das bis heute unverändert übernommene *Prinzip* des Testes, der Aufschluss über die Kaufähigkeit einer bestimmten Person geben soll, geht auf *E. G. Christiansen* zurück. 1923 wurde seine Arbeit „Eigene Untersuchungen über das Kauvermögen des natürlichen und des künstlichen Gebisses" veröffentlicht.

Die Patienten erhalten nach Angaben von *Christiansen* bestimmte Mengen *Kokosnuss* als Kauprobe, die sie durch Kauen zu zerkleinern haben. Nach einer bestimmten Anzahl Kaubewegungen (50) wird das Kaugut möglichst ohne Verlust aus dem Mund in ein Gefäss gebracht. Anschliessend erfolgt die Prüfung der Kauprobe mittels Filtersätzen auf die Grössenverteilung ihrer Partikel. Es findet ein System von 4 zylinderförmigen Sieben mit verschiedenen Maschenweiten Verwendung. Das gesammelte Kaugut wird auf die zu einem Rohr aufeinandergesteckten Siebe geschüttet und mit reichlich Wasser weitergeschwemmt. Nach einem einstündigen Trocknungsprozess im Brutschrank bei 100° C werden die verschiedenen Fraktionen gewogen und ihr prozentualer Anteil am Totalgewicht des zurückgewonnenen Kaugutes berechnet.

*Christiansen* hat durch Kauversuche bewiesen, dass im Bewegungs-Artikulator aufgestellte Prothesen viel bessere Kaueffekte ergeben als im Okkludator aufgestellte.

Neben der Richtigkeit der Artikulations-Theorie zeigten die von *Christiansen* durchgeführten Versuche eine stufenweise Abnahme des Kauvermögens beim Verlust eines oder mehrerer Zähne. Auch die Überlegenheit einer Brückenprothese gegenüber der Plattenprothese kam in den Messergebnissen zum Ausdruck. Des weitern stellte *Christiansen* fest, dass in Artikulation aufgestellte totale Prothesen ähnliche Kaueffekte ergeben wie schlecht artikulierende natürliche Zahnreihen.

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Zürich stammt die 1937 veröffentlichte Arbeit von *L. Reich:* „Untersuchungen über den Kaueffekt verschiedener künstlicher Zahnformen in der totalen Prothese nach der von *Christiansen* angegebenen Methode".

Die Kollegin versucht festzustellen, wieweit der Kaueffekt bei Personen mit totalen Prothesen von der Form der Kauflächen abhängig ist. Durch Kauversuche an Patienten wurde geprüft, welche Modellierung der Kauflächen sich für künstliche Zähne am besten eignet und in welchem Verhältnis das Kauresultat intakter natürlicher Gebisse zu dem künstlicher Zähne steht.

*L. Reich* weist darauf hin, dass eigentlich Kauversuche mit verschiedenen Nahrungsmitteln durchgeführt werden müssten, da die Art der Zerkleinerung je nach Beschaffenheit der Nahrung verschieden ist. Für weiche Speisen, die durch Zerquetschen zerkleinert werden, können Kauflächen ohne grosse Artikulationsfreiheit ganz gute Resultate ergeben. Dagegen wird bei faserigen Nahrungsbestandteilen, die zerschnitten werden müssen, nur mit Kauflächen, die scharfe Leisten aufweisen und die Artikulationsbewegungen nicht hemmen, ein guter Kaueffekt erzielt.

Es wird festgestellt, dass der Kaueffekt künstlicher Zähne ausser von der Kauflächenform auch vom Kaudruck, vom Halt der Prothesen, von der Grösse und vom Zusammenspiel der Kauflächenkomplexe wie von der Geschicklichkeit des Patienten und der Art des Kauens abhängt. An Kauflächenformen unterscheidet *L. Reich:*

> Kunstformen aus Mangel an keramischem Können (Zähne aus Hippopotamus, erste Porzellanzähne),
> Naturformen im Bestreben, die Natur nachzuahmen (Justi-, Ash-Zähne),
> Kunstformen aus ingenieurmässigen Überlegungen (Zähne nach *Bonwill,* Kanalzähne nach *Sears,* „Funktionszähne" von *Fehr,* Mörserzähne von *Schröder, Hall*-inverted-cusps-Zähne, Teleoform-Zähne nach *Hiltebrandt,* Vita-Abrasionszähne),
> Kombination von Kunstformen und Naturformen (Anatoform- und Trubite-Zähne sowie Keilleisten-Molaren nach *Gysi,* Dynamic-Zähne nach *Schröder,* Vitanorm-Zähne nach *Hiltebrandt).*

Die Verfasserin möchte den Kaueffekt der verschiedenen künstlichen Zähne am liebsten maschinell prüfen, führte die Versuche aber mangels einer entsprechenden Apparatur doch an Patienten durch. Sie stellt fest, dass für die Erzielung guter Kaueffekte die künstlichen Zähne zahlreiche scharfkantige Leisten aufzuweisen haben. Die Kauflächen sollen gross und der Kontakt der beiden Zahnreihen maximal sein. Hohe randständige Höcker sind für den Halt der Prothesen ungünstig. Die Höcker sollen flach sein.

Wichtig ist ferner, dass die obern und untern künstlichen Zähne in allen Vor- und Seitbissphasen miteinander in Berührung sind (Vielpunktkontakt). Für 4 Patienten liess *L. Reich* je 5 obere und untere, möglichst gleichkonstruierte Prothesen mit verschiedenen Zähnen herstellen. Nach durchschnittlich 5 Wochen Eingewöhnungszeit wurden die Versuche nach der Methode von *Christiansen* durchgeführt.

Die Versuchsnahrung bestand aus *Pinienkernen.* Die Kerne wurden 60mal gekaut, wobei darauf geachtet wurde, dass nur die Prämolaren und Molaren benutzt wurden. Das Mahlgut wurde nicht im Ofen getrocknet, sondern auf Leinwand ausgebreitet. Der Siebsatz umfasste 7 Siebe mit Maschenweiten von 2,27 mm bis 0,75 mm. Bei den zu

Vergleichszwecken mit natürlicher, lückenloser Zahnreihe durchgeführten Messungen zeigte sich, dass noch feinere Siebe hätten verwendet werden sollen. Es passierten nämlich zwei Drittel des Mahlgutes das feinste Sieb.

Das *Ergebnis* der Versuche von *L. Reich* lautet: *Der Kaueffekt aller getesteten Personen mit Prothesen steht hinter dem des natürlichen, voll bezahnten Gebisses zurück.* Die besten Resultate lieferten eingeschliffene Anatoform-Zähne. Dann folgten der Reihe nach: Vita-Abrasionszähne, Hall-inverted-cusps-Zähne, Dynamic-Zähne, Teleoform-Zähne und nicht eingeschliffene Anatoform-Zähne. *L. Reich* weist mit Nachdruck auf den grossen Wert des Einschleifens der Prothesen hin, da die Anatoform-Zähne in unbeschliffenem Zustand die schlechtesten Resultate ergaben, nach dem Einschleifen jedoch die besten.

Aus der Nachkriegszeit stammt die 1952 erschienene Arbeit des Prager Dozenten *C. Parma:* „Die Kaufähigkeit bei Erkrankungen des Verdauungstraktes". Der Autor stellte fest, dass eine gute Kauarbeit die Voraussetzung für die schnelle Bildung von Chymus (im Magen homogenisiertes Kaugut) sei. Auch die genügende Durchsetzung der Nahrung mit Speichel sei wichtig, da ohne Ptyalin Stärke nur unvollständig abgebaut werde. Die Bedeutung der Kauarbeit (Mastikation und Salivation) für die Verdauung der Speisen trete am meisten hervor, wenn der Verdauungsapparat krank sei. Dann bedeute oft schon normal gekaute Nahrung eine Überlastung des Magens.

*Parma* verwendete einen Siebsatz mit 6 Sieben. Als Versuchsnahrung dienten junge *Karotten.*

Nach dem Kauen wird das Testmaterial mit Wasser durch die Siebe gespült. Die von 1—6 numerierten Siebe (Nr. 6 das gröbste, Nr. 1 das feinste) werden nach der Menge der Residuen geordnet, und die Nummern der Siebe in der gleichen Reihenfolge hintereinandergeschrieben. So erhält man verschiedene Formeln, deren Anfangszahlen 6 und 5 auf einen schlechten, 4 und 3 auf einen guten und 2 und 1 auf einen ausgezeichneten Mastikationseffekt deuten. Nach *Parma* gibt es mehrere Wege zur Feststellung des Mastikationseffektes (ME):

1. Feststellung der Zahl der Kaubewegungen, die zur Erlangung eines bestimmten ME notwendig wären,
2. Feststellung des ME im Zeitpunkt des Auftretens des Schluckreizes,
3. Feststellung des ME nach einer gewissen Anzahl von Kaubewegungen,
4. Feststellung des ME nach einer bestimmten Zeitdauer der Kauung.

*Parma* wählte die vierte Möglichkeit und unterbrach die Patienten in ihrer Kauarbeit nach einer Minute.

Das *Ergebnis* seiner in Karlsbad durchgeführten Untersuchungen: Beinahe die Hälfte der Kurgäste des Bades waren nicht imstande, die übliche Speise in genügender Weise zu zerkleinern. *Parma* zeigte, dass der schlechte ME weder das Ergebnis des Alters noch der Krankheitsdauer war, sondern die Folge fehlender Kaueinheiten. Ferner stellte er fest, dass *die Zahnprothesen in der gewöhnlichen Ausführung funktionell ungenügend* sind.

In Boston haben *R. S. Manly* und *L. C. Braley* die Technik von *Christiansen* verfeinert. 1950, d. h. 27 Jahre nach *Christiansen,* beschrieben sie in ihrer Arbeit „Masticatory Performance and Efficiency" das Vorgehen: „Ein Quantum von 15 Gramm *Erdnüssen* wird in 5 Portionen aufgeteilt, die sukzessive zu kauen sind. Dabei soll wegen der zumeist unterschiedlichen Kautüchtigkeit der beiden Gebisshälften immer nur auf der einen Seite gekaut werden. Das Kaugut wird in ein Becherglas ausgespeit und der Mund zweimal gespült. Sachtes Umrühren mit einem Glasstab zerteilt Klumpen. Der Inhalt des Becherglases wird in einen Siebsatz ausgeschüttet (5 Siebe mit Maschenweiten von 4,00 mm, 2,00 mm, 0,84 mm, 0,42 mm und 0,18 mm). Es folgt Auswaschen der feinern Partikel vom ersten auf das zweite Sieb, dann vom zweiten auf das dritte usw. Dann Hinüberspülen des Inhalts eines jeden Siebes auf ein gewogenes Filterpapier in einem Trichter. Anschliessend werden die Filter während 3 Stunden im Wärmeschrank bei 100° C und weitern 2 Stunden im Exsikkator getrocknet. Schliesslich erfolgt die Wägung der Rückstände in jedem Filter auf ein hundertstel Gramm genau und die Ermittlung der prozentualen Gewichtsverteilung der Erdnusspartikel für jedes Sieb." *Manly* und *Braley* stellten fest, dass es sich beim Kauen um einen selektiven Prozess handelt. Es werden vorab Partikel zerkleinert, die grösser sind als 0,84 mm. Sie suchten für die Bestimmung von Kauleistungen nach einem Begriff (Masticatory Efficiency), der auf der Zahl der Kaubewegungen beruht, die nötig wären, um eine standardisierte Verfeinerung des Kaugutes zu erreichen. Diese hypothetische Anzahl Kaubewegungen wird aus der mit 20 Kaubewegungen tatsächlich erzielten Zerkleinerung des Kaugutes auf graphischem Weg ermittelt.

Auf die geschilderte Weise wurde gefunden, dass vollständige, natürliche Gebisse mit 12 Kaubewegungen die Standardfeinheit erkauen, Personen ohne Weisheitszähne dafür 20mal und solche ohne die hintern beiden Molaren 46mal kauen müssen. Mit Prothesen werden gar 86 Kaubewegungen benötigt. Die Autoren finden in ihrer eigenen Kritik den für den Weisheitszahn errechneten Effekt als zu hoch. Sie schlagen vor,

ihre Efficiency-Werte als vorläufig zu betrachten, bis eine genügend grosse Anzahl von Personen tatsächlich die Standardfeinheit erkaut hat. Auch sollen Versuche mit härteren Nahrungsmitteln als Erdnüssen durchgeführt werden, besonders im Hinblick auf die Anwendbarkeit der Methode auf Prothesenträger.

Diese Anregung der beiden amerikanischen Autoren hat den Anstoss zur vorliegenden Arbeit gegeben.

## Ziel der vorliegenden Arbeit

1. Die Methode der Messung von Kauleistungen zu verbessern, im speziellen die Messung und die Errechnung des Ergebnisses zu vereinfachen.

2. Durch eine grössere Anzahl Messungen die Kaufähigkeit von Personen mit natürlicher und mit totaler künstlicher Bezahnung zu vergleichen. Gleichzeitig soll das ausgearbeitete Verfahren hinsichtlich seiner praktischen Anwendbarkeit bei Prothesenträgern geprüft werden.

## Besprechung der Schwierigkeiten bei der Wahl des zu kauenden Materials

Schon die Vielfalt der für Kauversuche bisher verwendeten Materialien (Kokosnuss [Fleischzylinder und Flocken], Erdnüsse, Karotten, Traubenbeeren und Pinienkerne) zeigt, dass es nicht leicht ist, eine ideale Testnahrung zu finden. An ein geeignetes Material müssen folgende Anforderungen gestellt werden:

1. Beim Kauen soll es zur Aufspaltung in kleinere Stücke kommen.
2. Die entstehenden Bruchstücke sollen ein Sieb leicht passieren. Sie sollen daher nicht von länglicher Form sein.
3. Die Zerkleinerung soll auch mit einer Prothese möglich sein, ohne dass die Prothesenbasis stärker belastet wird als beim normalen Kauakt. Die Konsistenz des Testmaterials soll deshalb die eines mittelharten Nahrungsmittels sein.
4. Das Material darf unter der Einwirkung von Speichel oder Wasser nicht verändert werden.
5. Es soll möglichst wenig eigene Feuchtigkeit enthalten und
6. im Geschmack nicht unangenehm sein.

Da allen in der Literatur für Kauversuche beschriebenen Materialien gewisse Nachteile anhaften, drängte sich die Suche nach einem geeigneteren Material auf.

Von einem Kollegen auf *geröstete Kaffeebohnen* aufmerksam gemacht, beschaffte ich mir „Jubiläumskaffee" der Migros-Genossenschaft. Dieser Kaffee ist in der ganzen Schweiz erhältlich und bleibt vermutlich noch längere Zeit in gleichbleibender Mischung und gleichem Röstgrad im Verkauf. Die Kaffeebohnen bewährten sich in den Kauversuchen ausgezeichnet. Sie erfüllen die an ein für Kauversuche geeignetes Material zu stellenden Anforderungen weitgehend.

Kaffeepartikel (einigermassen regelmässige Polyeder) lassen sich leicht sieben. Das Sieben von länglichen oder gar faserigen Partikeln (Kokosnuss) dagegen ist immer mit Schwierigkeiten verbunden. Ob solche Partikel durch ein Sieb durchfallen oder nicht, hängt von ihrer Lage zu den Siebmaschen ab.

Wegen ihrer spröden Härte lassen sich Kaffeebohnen auch mit Prothesen gut kauen.

In wässerigem Milieu gehen lediglich Farb-, Aromastoffe und Koffein in Lösung, während sich Grösse und Härte der Partikel kaum ändern.

Der Wassergehalt von geröstetem Kaffee ist so gering, dass keine Gefahr besteht, durch zu langes Trocknen dem Kaffee zuviel Wasser zu entziehen.

Den Geschmack beurteilte die Mehrheit der getesteten Personen als nicht unangenehm.

*Einen Nachteil* zeigte aber auch der Kaffee: Ein paar Studenten hatten sich für eine ganze Reihe von Tests, die hintereinander durchgeführt wurden, zur Verfügung gestellt. Einige von ihnen klagten beim Verlassen des Untersuchungsraumes über leichte Kopfschmerzen. Ihr Puls war beschleunigt. Das gleiche konnte ich nach einem Selbstversuch feststellen, bei dem ich mehr als 5 Minuten lang Kaffeebohnen gekaut hatte.

Es handelt sich hier vermutlich um die *Wirkung des Koffeins*, das aus den zerkauten Kaffeebohnen, deren Oberfläche mit steigendem Zerkleinerungsgrad zunimmt, herausgelöst wurde und von der Mundschleimhaut offenbar rasch resorbiert wird. Solche Koffeinwirkungen konnten nur nach Durchführung von mehr als zwei sich unmittelbar folgenden Versuchen beobachtet werden, aber auch dann nicht regelmässig. Es kommt dabei neben der individuellen Empfindlichkeit auf die Zeit an, während der die gekauten Kaffeebohnen im Mund verweilen. Auch die Grösse der Berührungsfläche zwischen Kaffee und Mundschleimhaut dürfte von Bedeutung sein. Eine Bedeckung der Kieferkämme und des Gaumens mit Prothesen scheint die Resorption des Koffeins schon recht stark zu ver-

mindern. Jedenfalls wurden bei Prothesenträgern nie pharmakologische Wirkungen des Koffeins beobachtet.

Eine *Koffeinwirkung* kann *durch Verwendung von koffeinfreiem Kaffee* für unsere Versuche *vermieden* werden. Dies wäre unbedingt nötig, wenn der Kieferorthopäde Kauversuche mit Kindern durchführen möchte.

## Der Kautest

### *A. Benötigte Utensilien* (vgl. Abb. 1)

1. Geröstete, ungemahlene Kaffeebohnen,
2. Gefäss, in das der Patient das gekaute Material und das Spülwasser ausspeien kann (Sammelgefäss),
3. Siebsatz (Etagensieb),
4. a) Papierfilter, b) Filtergefäss,
5. Pinsel,
6. Untersätze für die einzelnen Siebe,
7. Waage,
8. Wasser,
9. Trocknungsapparat (z. B. Heissluftsterilisator, Backofen).

ad 1: Bei gewissen Patienten sollte koffeinfreier Kaffee verwendet werden (z. B. bei Kindern, alten Leuten, Herzpatienten oder bei längerer Versuchsdauer), immer wenn die beim Kauversuch zur Resorption gelangende Koffeinmenge zu unerwünschten pharmakologischen Wirkungen führen könnte.
Für die vorliegenden Versuche wurde „Jubiläumskaffee" der Migros-Genossenschaft verwendet. Nr. 1 der Abbildung 1.

Abbildung 1
Für den Kautest benötigte Utensilien: 1 Kaffeebohnen, 2 Sammelgefäss, 3 Siebsatz, 4a Papierfilter, 4b Filtergefäss, 5 Pinsel, 6 Untersätze.

ad 2: Das Sammelgefäss soll ungefähr 1 Liter fassen. Ein Haushaltmessbecher aus Plastik hat sich gut bewährt. Ein Henkel erlaubt bequemes Halten des Gefässes ohne Beschmutzung der Finger. Nr. 2 der Abbildung 1.

ad 3: Der Siebsatz soll aus etwa 4 Sieben mit zylinderförmiger Wandung bestehen. Die einzelnen Siebe müssen aufeinandergesteckt werden können. Ein Siebdurchmesser von 60 bis 80 mm hat sich bewährt. Die Maschenweiten sollen von ca. 0,4 bis ca. 5 mm reichen. Für die dieser Arbeit zugrunde liegenden Versuche wurden die von *Manly* und *Braley* angegebenen U. S. Standard screens No. 5, No. 10, No. 20 und No. 40 mit Maschenweiten von 4 mm, 2 mm, 0,84 mm und 0,42 mm verwendet. Nr. 3 der Abbildung 1. *

Die Berechnung der Messergebnisse wäre etwas einfacher, wenn die Maschenweite von Sieb Nr. 3 1 mm (statt 0,84 mm) und die von Sieb Nr. 4 0,5 mm (statt 0,42 mm) wäre.
Für die Versuche der vorliegenden Arbeit sind solche Siebe nicht verwendet worden, weil der Siebsatz mit dem Thema dieser Arbeit übernommen worden ist. Erst bei der Auswertung der Messergebnisse (d. h. nachdem ein grosser Teil aller Messungen schon durchgeführt war) hat sich herausgestellt, dass eine etwas geänderte Maschenweite der Siebe Nr. 3 und Nr. 4 von Vorteil wäre.

ad 4: Die Papierfilter haben nach dem Trocknen und Sieben den Inhalt der einzelnen Siebe für die Wägung aufzunehmen. Sehr gut eignen sich *Filtertüten* (z. B. Melitta-Nova, Kafino). Nr. 4 a der Abbildung 1. Es ist zweckmässig, als Halter für die Filtertüten den dazugehörenden Porzellan- oder Kunststoff-Filter (von der Form einer keilförmigen Tasse) zu verwenden. Nr. 4 b der Abbildung 1. Die Vorteile dieser Anordnung gegenüber Rundfilter und Glastrichter sind: sehr einfache Handhabung (kein Falten der Filter), das Gerät hat einen festen Stand, es ist kleiner als jeder Glastrichter von gleichem Fassungsvermögen und ist weniger zerbrechlich als Glas.
Der Vorteil der Tütenform der Filter zeigt sich, sobald das Wäggut ohne Siebsatz aufbewahrt oder transportiert werden soll (z. B. wenn anderswo oder später gewogen werden muss). Schon der Transport zur und von der Waagschale wird durch die Tütenform erleichtert.

ad 5: Mit dem Pinsel lassen sich die während des Trocknens am Siebrand oder in den Siebmaschen festgeklebten Kaffeepartikel lösen. Auch nach beendeter Siebung ist er unentbehrlich, sobald aus jedem Sieb das letzte Körnchen Kaffee in die Filtertüte gebracht werden soll. Ein ca. 1 cm breiter, flacher, kurzhaariger Nylonpinsel hat sich als zweckmässig erwiesen. Nr. 5 der Abbildung 1.

ad 6: Soll das nass in den Siebsatz eingefüllte Kaugut rasch getrocknet werden, dann muss man die Siebe voneinandernehmen. Um die beim Trocknen durch das eigene Gewicht und bei der geringsten Berührung durch die Siebe fallenden Partikel aufzufangen, stellen wir jedes Sieb in einen Untersatz. Dieser schützt auch die Abstellfläche vor Beschmutzung durch das braune Kaffeewasser. Dazu eignen sich z. B. sehr gut die Deckel gebrauchter Schuhwichsebüchsen oder andere Deckel ähnlicher Grösse. Nr. 6 der Abbildung 1.

* Vertreter: Dr. Bender und Dr. Hobein A. G., Zürich 6

ad 7: Da die Methode auf der Bestimmung von Gewichtsprozenten beruht, benötigt man eine Waage. Diese sollte eine Genauigkeit von einem hundertstel Gramm aufweisen.

ad 8: Wasser benötigen wir zum Spülen des Mundes, Abspülen der Prothesen und Hinüberspülen der Kaffeepartikel vom Sammelgefäss in den Siebsatz.

ad 9: Das Kaugut wird in getrocknetem Zustand gesiebt und gewogen. Wenn wir die Trocknung bei Zimmertemperatur abwarten, dauert dies einhalb bis eineinhalb Tage. Jede Wärmequelle, mit der Luft erwärmt wird, bietet eine Zeitverkürzung. Mit einem Heissluftsterilisator oder einem Backofen lässt sich die Trocknung in einer halben Stunde durchführen.

### *B. Praktische Durchführung einer Messung*

*Fünf Portionen zu 8—10 Kaffeebohnen* mittlerer Grösse (was einem Portionsgewicht von 0,8 g bis 1 g entspricht) werden bereitgelegt. Es ergibt dies ein Gesamtgewicht des Kaugutes von 4—5 Gramm. Vgl. Nr. 1 der Abb. 1. Volumenmässig entspricht jede der fünf Portionen einem mittelgrossen Bissen.

Die Versuchsperson erhält die erste Portion in die hohle Hand mit der Anweisung, die ganze Handvoll Kaffeebohnen in den Mund zu befördern und genau *20mal zu kauen.* Dann muss das Gekaute in das bereitgestellte Gefäss (Sammelgefäss) *ausgespien* werden. Anschliessend ist der Mund mit Wasser gründlich *nachzuspülen* und das Spülwasser jeweils ebenfalls in das Sammelgefäss zu entleeren. Zum Spülen darf beliebig viel Wasser verwendet werden. Das gleiche Prozedere wiederholt sich dann mit jeder der vier folgenden Portionen.

Bei Kauversuchen mit *Prothesen-Patienten* ist darauf zu achten, dass nach dem Kauen jeder einzelnen Portion die Prothesen aus dem Mund genommen und über dem Sammelgefäss für das Kaugut sorgfältig abgespült werden. Es besteht die Möglichkeit, dass während des Kauens Kaffeepartikel unter die Prothese geraten. Dies zeigt sich in den Gesichtszügen der Versuchspersonen sofort an, denn es wird augenblicklich bedeutend langsamer gekaut. In einem solchen Fall ist der Versuch zu unterbrechen; Prothese und Mund werden sorgfältig gereinigt (Spülwasser *nicht* ins Sammelgefäss!) und der Teilversuch mit einer neuen, zusätzlichen Portion Kaffee wiederholt.

Im Gegensatz zu andern Autoren *(Manly* und *Braley, Reich)* lässt man die Versuchsperson so kauen, wie sie es bei der Zerkleinerung der täglichen Nahrung gemäss ihrer Kaugewohnheiten zu tun pflegt. Eine Anweisung, strikte nur auf einer Seite zu kauen, ist sinnwidrig, da nur der Kaufähigkeit eines ganzen Gebisses praktische Bedeutung zukommt. Wir wollen die maximal mögliche Nahrungszerkleinerung einer Person ken-

nenlernen. Sie soll beim Versuch den maximalen Nutzeffekt ihres Kauapparates demonstrieren. Dies wird aber durch nur einseitiges Kauen verunmöglicht.

Für die nachfolgenden Vorkehrungen ist die Mitwirkung des Patienten nicht mehr nötig.

### *C. Auswertung*

In einem Lavabo oder einem Ausguss wird der *Siebsatz* bereitgestellt. Alle Siebe sind geordnet aufeinandergesteckt, das gröbste zuoberst, das feinste zuunterst. Der gesamte Inhalt des Sammelgefässes (Kaugut und Spülwasser) wird auf das oberste (gröbste) Sieb gegossen. Das Sammelgefäss wird so lange nachgespült, bis sich das gesamte Kaugut im Siebsatz befindet. Sollte sich dabei das Wasser über dem feinsten Sieb stauen, brauchen wir nur von der Seite gegen das unterste Sieb zu klopfen, um dem Wasser Abfluss zu verschaffen. Dann nehmen wir den Siebsatz auseinander und stellen jedes Sieb in einen *Untersatz*. Anschliessend werden die Siebe mit den Untersätzen zum *Trocknen* in den auf 100 bis 150° C vorgewärmten *Heissluftsterilisator* gebracht. Der Kaffee trocknet — besonders bei Schränken mit kleinem Innenraum — viel rascher, wenn die Türe des Wärmeschrankes nicht ganz geschlossen ist. Die Feuchtigkeit hat dann die Möglichkeit zu entweichen. Die Temperatur darf bis 180° C betragen; der Kaffee wurde bei ca 200 C geröstet. Bei 150° C ist im Wärmeschrank der Kaffee in einer halben Stunde trocken. Wenn wir in einem elektrischen Backofen trocknen, dürfen wir nicht die höchste Wärmestufe einschalten, da der Ofen dabei 250—300° C Hitze entwickeln würde und der Kaffee zu verkohlen begänne.

Nach Abschluss der Trocknung des Kaffees erfolgt das *Sieben*. Die sog. „nasse" Siebung des gekauten Materials, wie sie alle früheren Autoren angewandt haben, bereitet meist Schwierigkeiten und ist ungenauer als die „trockene" Siebung (*L. Reich* und *H. Gessner*). Es gelingt nur mit viel Wasser, die Kaffeepartikel bei der „nassen" Siebung durch die Siebe zu spülen. Dabei staut sich das Spülwasser sehr leicht über dem feinsten Sieb. Mit dem steigenden Wasserspiegel werden aber feine Partikel wieder in die Höhe getragen. Auch ist eine Kontrolle, ob von einem bestimmten Sieb wirklich keine Partikel mehr weitergeschwemmt werden, nicht gut möglich. Da das Spülwasser nicht bei jeder Siebung mit gleichem Druck auf das oberste Sieb auftrifft (wir giessen das Wasser aus wechselnder Höhe auf oder öffnen den Wasserhahn verschieden stark), haben wir bei der „nassen" Siebung keine konstanten Versuchsbedin-

gungen. Alle diese Nachteile fallen weg, wenn das gekaute Material *in getrocknetem Zustand gesiebt* wird.

Sind die Kaffeesplitter trocken, so werden die Siebe wieder der Reihe nach aufeinandergesteckt, das feinste zuunterst, das gröbste zuoberst. Dann werden alle in die Untersätze gefallenen Kaffeepartikel auf das oberste Sieb gegeben. Beim Trocknen haben sich einzelne Partikel an den Siebmaschen, an der Siebwand oder an andern Kaffeepartikeln festgeklebt. Diese lösen wir durch rührende, tupfende Bewegungen mit dem Pinsel. Dann klopfen wir solange von aussen gegen die Wandung des obersten Siebes, bis keine Partikel mehr durch das Sieb durchfallen. So fallen die Teilchen nur zufolge ihres eigenen Gewichtes durch die Siebmaschen. Sie werden nicht mehr durch eine von Messung zu Messung wechselnde Kraft (Wasserdruck) durch die Maschen gepresst. Zur Kontrolle, ob ein Sieb lange genug beklopft wurde, nehmen wir es ab und beklopfen es über einem Untersatz. Wir sehen dann, ob noch nennenswerte Mengen Kaffee durchfallen. Dann wird das oberste Sieb abgehoben und beiseitegestellt. Jetzt wiederholt sich das Loslösen der Partikel und das Sieben beim zweiten und jedem weitern Sieb.

Je feiner das Sieb und je mehr Partikel daraufliegen, desto länger müssen wir klopfen und desto eher werden immer noch einzelne Teilchen durchfallen. Für die sorgfältige Siebung eines Satzes mit 4 Sieben benötigt man rund 5 Minuten.

Abbildung 2 zeigt den Siebsatz nach durchgeführter Siebung.

Abbildung 2
Siebsatz mit dem gesiebten Kaugut (Kaffeebohnen).

Für die *Wägung* bringt man den Inhalt jedes Siebes in eine Filtertüte. Für jedes Sieb brauchen wir ein neues Filter. Auf einer Waage mit

einer Genauigkeit von hundertstel Gramm bestimmen wir das Gewicht der einzelnen Filter mit Inhalt und das Gewicht der Filter allein. Die Differenz der beiden Werte ergibt für jedes Sieb das Gewicht der vorhandenen Kaffeesplitter.

Nach der *Ermittlung des Kaffeegewichtes in jedem Sieb* beginnt das *Berechnen des Versuchsergebnisses.* Zur Berechnung werden die für die 4 Siebe gefundenen Kaffee*gewichte in Gewichtsprozente umgerechnet.* Als 100 % wird das Totalgewicht des zurückgewonnenen Kaffees angesehen (Summe der für die 4 Siebe ermittelten Werte). Auf welchem Sieb der grösste Teil des gekauten Materials zurückgehalten wird, d. h. wie fein die Kaffeebohnen beim Kauen zerkleinert worden sind, hängt von der geleisteten Kauarbeit ab. Es bedeutet also nicht dasselbe, ob z. B. 1 g Kaffee auf dem groben oder einem feinen Sieb liegt. Damit die Kaffeepartikel auf das feinere Sieb fallen, muss eine grössere Zerkleinerungsarbeit geleistet werden. Aus diesem Grunde sind die *für die verschiedenen Siebe gefundenen Gewichtsprozente verschieden zu bewerten.* Mathematisch lässt sich beweisen, dass *die Zerkleinerungsarbeiten, die geleistet werden müssen, um gleiche Mengen Kaugut auf die verschiedenen Siebe zu bringen, den Maschenweiten der betreffenden Siebe umgekehrt proportional* sind.

Nach einer *geringen* Kauleistung findet man den Hauptteil des gesiebten Kaugutes auf dem groben Sieb *(grosse* Maschenweite).

Bei *grosser* Kauleistung dagegen wird das Kaugut beim Sieben erst von einem feinern Sieb (*kleine* Maschenweite) aufgehalten.

Folglich erscheint eine *im Verhältnis der Maschenweiten der verwendeten Siebe abgestufte Bewertung der Gewichtsprozente* am zweckmässigsten.

Die Maschenweiten unserer Siebe:

| | | |
|---|---|---|
| Sieb Nr. 1 | 4 | mm, |
| Sieb Nr. 2 | 2 | mm, |
| Sieb Nr. 3 | 0,84 | mm, |
| Sieb Nr. 4 | 0,42 | mm. |

Dies ergibt ein *Verhältnis der Maschenweiten* von 9,52:4,76:2:1, etwas vereinfacht von *10:5:2:1* (1 = Sieb Nr. 1 mit der Maschenweite von 4 mm). Diese Vereinfachung hat eine Erhöhung der Schlussresultate um 2—5 % zur Folge.

Die Berechnungen wären einfacher oder genauer, wenn die Siebe Nr. 3 und Nr. 4 Maschenweiten von 1,0 bzw. 0,5 mm hätten.

Wie schon erwähnt, sind für die Versuche der vorliegenden Arbeit solche Siebe nicht verwendet worden, weil der Siebsatz (bestellt nach

den Angaben von *Manly* und *Braley)* mit dem Thema dieser Arbeit übernommen worden ist. Erst bei der Auswertung der Messergebnisse (d. h. nachdem ein grosser Teil aller Messungen bereits durchgeführt war) hat sich herausgestellt, dass eine etwas geänderte Maschenweite der Siebe Nr. 3 und Nr. 4 von Vorteil wäre.

Aus dem oben angegebenen Verhältnis der Maschenweiten ergibt sich folgende Bewertungsreihe: Der *auf Sieb Nr. 1* (gröbstes Sieb) gefundene Gewichtsanteil (Prozente) erhält die *Bewertung 1*. Die *Gewichtsprozente auf Sieb Nr. 2 zählen doppelt, die auf Sieb Nr. 3 5fach* und die *auf Sieb Nr. 4* (feinstes Sieb) *10fach,* entsprechend der oben gefundenen Verhältniszahl (10:5:2:1) der Maschenweiten. Die *Addition aller Teilbewertungen ergibt das Schlussresultat.*

Die Punktzahlen, die nach angegebener Berechnungsart a) ohne jede Kauleistung, b) durch maximal denkbare Kauleistung erzielt würden, können rechnerisch bestimmt werden.

Beim schlechtesten Gebiss, mit der Zerkleinerungsfähigkeit Null, werden wir 100 % der Kaffeebohnen auf dem gröbsten Sieb finden. Die Berechnung ([100×1]+[0×2]+[0×5]+[0×10]) ergibt den Wert 100.

*Beispiel A*

| Sieb Nr. | *Zurückgewonnener Kaffee* mg | % | Bewertungsfaktor | Punkte * |
|---|---|---|---|---|
| 1 | — | — | 1 | 0 |
| 2 | 1020 | 23 | 2 | 46 |
| 3 | 2590 | 58 | 5 | 290 |
| 4 | 820 | 19 | 10 | 190 |
| Total | 4430 | 100 | · | 526 |

*Beispiel B*

| Sieb Nr. | *Zurückgewonnener Kaffee* mg | % | Bewertungsfaktor | Punkte * |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 110 | 3 | 1 | 3 |
| 2 | 790 | 19 | 2 | 38 |
| 3 | 2360 | 57 | 5 | 285 |
| 4 | 890 | 21 | 10 | 210 |
| Total | 4150 | 100 | · | 536 |

* Berechnung für Sieb Nr. 2: 4430 mg = 100 %, 1020 mg = x %.
x = (1020 · 100) : 4430 = 23.
Berechnung für Sieb Nr. 3: 4430 mg = 100 %, 2590 mg = x %.
x = (2590 · 100) : 4430 = 58.

Beim Idealgebiss (existiert nur theoretisch), wo der gesamte Kaffee auf das feinste Sieb durchfallen würde, erhielten wir den Wert 1000 ([0×1]+[0×2]+[0×5]+[100×10]). Bei den praktischen Versuchen *müssen sich Werte ergeben,* die *zwischen 100 und 1000* liegen. *Je grösser der errechnete Schlusswert ausfällt, desto besser vermag die Zahnreihe mit einer bestimmten Anzahl Kaubewegungen die Nahrung zu zerkleinern.*

Aus der Art der Berechnung geht hervor, dass *der höhern Punktzahl* auch *die grössere Kauleistung entspricht.* Wir müssten also das Resultat des Patienten in Beispiel B als um weniges besser ansehen.

Wenn die Versuchsbedingungen konstant gehalten werden (die Qualität und Quantität des zu kauenden Kaffees, die Anzahl der Kaubewegungen und die Maschenweiten der Siebe), kann man die Werte verschiedener Messungen vergleichen und eine *Rangfolge* aufstellen.

Würden wir die Kauversuche mit einer andern Kaffeequalität durchführen, ergäbe sich bestimmt eine Verschiebung in der Grösse der resultierenden Kaffeepartikel. Die in der vorliegenden Arbeit enthaltenen Resultate sind auf eine ganz bestimmte Kaffeequalität („Jubiläumskaffee" der Migros-Genossenschaft) zu beziehen. Es handelt sich bei den gefundenen Punktzahlen also nicht um absolute Werte. Man wird daher nur Punktzahlen aus Messungen, bei denen in unveränderter Versuchsanordnung (gleiche Grösse der Kauproben, gleiche Anzahl Kaubewegungen) auch die gleiche Qualität Kaffee gekaut wurde, ohne weiteres vergleichen dürfen.

## Bemerkungen

Man mag sich die Frage stellen, ob bei der Bereitstellung der zu kauenden Kaffeeportionen nicht eine Waage verwendet werden sollte, damit jeder Patient gleich viel Kaffee erhält. Ich glaube nicht, dass durch ein Abwägen der Portionen die Resultate wesentlich genauer würden. In Retentionsstellen des Gebisses (Interdentalräumen, Kavitäten, tiefe Fissuren) bleiben immer Kaffeepartikel stecken, die durch noch so sorgfältiges Spülen nicht entfernt werden. Es wäre wohl zu weit gegangen, wenn man versuchen wollte, mit Spiegel, Sonde und Pinzette diese letzten Reste zurückzugewinnen. Auch beim Ausspeien und Spülen gelangen immer einige Partikel neben das Sammelgefäss (haften an den Lippen, an der Serviette oder am Rand des Wasserglases und gehen beim Versuch, sie zu sammeln, verloren). Es kann auch vorkommen, dass ein Patient versehentlich einzelne Kaffeepartikel verschluckt. Der Materialverlust während des Tests ist individuell so verschieden, dass trotz Zu-

teilung von genau gleichen Mengen Kaffeebohnen an die verschiedenen Versuchspersonen die zurückgewonnenen Kaffeemengen doch verschieden wären. Aus diesem Grund wurde darauf verzichtet, für alle Versuchspersonen genau gleiche Mengen Kaffee abzuwägen, sondern die *Bereitstellung der Kauproben erfolgte durch Abzählen der Kaffeebohnen.* Aus dem gleichen Grund nehmen wir auch *nur das tatsächlich zurückgewonnene Material* als *Ausgangspunkt für* unsere *Berechnungen* (und *geben ihm den Wert 100 %).*

Bei den für diese Arbeit durchgeführten Messungen schwankten die Totalgewichte des jeweils zurückgewonnenen Materials zwischen 3700 mg und 5050 mg. Bei der Hälfte der Messungen lagen sie zwischen 4100 mg und 4700 mg.

Durch Versuche, in denen dieselbe Person verschiedene Kaffeemengen (immer in 5 Portionen aufgeteilt) zwischen 3600 mg und 5100 mg zu kauen bekam, wurde untersucht, welchen Einfluss verschiedene Mengen des Kaugutes auf das Schlussresultat haben. Es ergaben sich in der prozentualen Verteilung der Residuen auf die verschiedenen Siebe sowie im Schlussresultat Differenzen bis zu 10 %. Dabei wurden erwartungsgemäss die kleinern Kaffeemengen mit den 20 Kaubewegungen besser zerkleinert als die grössern Portionen. Wir erhalten bei ein und derselben Versuchsperson verschiedene Bewertungen der Kauleistung, wenn wir das eine Mal kleine, das andere Mal grosse Portionen kauen lassen. Beim Vergleich von Messergebnissen, denen verschiedene Totalgewichte des zurückgewonnenen Kaugutes zugrunde liegen, ist demnach zu berücksichtigen, dass *kleine Kaffeegewichte* (3700—4000 mg) ein etwas *zu hohes Schlussresultat* ergeben, *grosse Kaffeemengen* (4700—5000 mg) dagegen ein etwas *zu niederes.*

## Faktoren, welche den Grad der Nahrungszerkleinerung beeinflussen

Wie fein jemand seine Nahrung kaut, wird durch folgende Faktoren bestimmt:

1. Zahl, Form, Anordnung } der beim Kauakt auf die Nahrung einwirkenden Kauflächen,
2. Halt der Prothesen,
3. Stärke des Kaudrucks,
4. Beschaffenheit der Gewebe, die den Kaudruck abzufangen haben,
5. individuelle Geschicklichkeit,
6. individuelle Kaugewohnheiten (Sorgfalt, Ausdauer).

ad 4: Ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen natürlicher Zahnreihe und Prothese.
Bei der natürlichen Zahnreihe wird der Kaudruck durch die Fasern des Periodontiums in unschädlichen Zug umgewandelt, der am Kieferknochen zur Wirkung gelangt.
Bei einer Prothese wirkt der Kaudruck in unphysiologischer Weise zuerst auf die empfindliche Schleimhautbedeckung der Kiefer und dann erst indirekt auf den Kieferknochen. Die Grösse des Kaudruckes, den die Schleimhaut ohne Schädigung zu ertragen vermag, ist der Kieferknochenoberfläche unter der Prothesenbasis in einer zum Kaudruck senkrecht stehenden Ebene proportional. Scharfkantige, schmale Kieferkämme können weniger belastet werden als flache, breite Kämme.

Bei Prothesenträgern beeinflussen neben Faktoren wie anatomischen Gegebenheiten (Form, Beschaffenheit des Prothesenlagers), Kaudruck, Geschicklichkeit und Wille auch körperfremde Faktoren das Resultat, wie Art der Prothesenkonstruktion (Abstützung, Ausdehnung der Basis), Aufstellung der künstlichen Zähne (Lage zum Kieferkamm, Beziehung zu den Kiefergelenken, Normalbiss, Kreuzbiss, vorn offener Biss), Grösse und Form der Kauflächen (Fabrikat, Typ) sowie das Material der Kauflächen (Gold, Kunststoff, Porzellan). In den Gedankenkreis ist auch die Art des Abdruckverfahrens einzubeziehen.

Das gleiche gilt für zusätzliche Verankerungselemente wie Druckknopfanker (*Sandri-Narboni* oder *Gerber*), Stege (*Dolder*) und Teleskopverankerungen, da der Halt einer Prothese für deren Funktionstüchtigkeit von grosser Bedeutung ist.

Mit dieser stichwortartigen, sicher nicht vollständigen Aufzählung von Faktoren soll nur angedeutet werden, dass die Zerkleinerung der Nahrung ein sehr komplexer Vorgang ist, den wir mit Messmethoden nie ganz erfassen können.

## Grenze der Methode

Mit der beschriebenen Versuchsanordnung gelingt es, die mit einer bestimmten Anzahl Kaubewegungen für die betreffende Person bestmögliche Zerkleinerung einer Versuchsnahrung festzustellen.

Das Resultat lässt aber noch keine Aussage darüber zu, ob die in den Magen der getesteten Person gelangende tägliche Nahrung gut oder schlecht zerkleinert ist. Dies hängt zu einem grossen Teil von der Sorgfalt ab, mit der jemand die tägliche Nahrung zu kauen gewohnt ist.

Ein Patient mit einem Lückengebiss oder einer Prothese (und einem entsprechend bescheidenen Resultat beim Kauleistungstest) kann seine

Nahrung genügend zerkleinern, wenn er sich zum Essen Zeit nimmt und er sorgfältig und ausgiebig kaut. Dagegen ist es keine Seltenheit, wenn Leute mit vollständigen, natürlichen Zahnreihen (die beim Kauleistungstest gute Resultate aufwiesen) ihren Magendarmtrakt über Gebühr belasten, weil sie hastig kauen und sich mit wenigen Kaubewegungen begnügen.

Mit allen bis anhin beschriebenen Methoden der Kauleistungsmessung werden nur die ersten fünf der im vorhergehenden Kapitel aufgezählten, bei der Nahrungszerkleinerung wichtigen Faktoren erfasst. Der ebenso wichtige sechste Faktor (die Kaugewohnheit) aber bleibt unberücksichtigt.

## Durchgeführte Kauleistungsmessungen

Die beschriebene Methode zur Bestimmung der Kauleistung wurde an 88 Personen auf ihre klinische Eignung geprüft. Besonders ihre Anwendbarkeit bei Prothesenträgern war dabei abzuklären. Es wurden deshalb zwei Gruppen von Personen getestet:

Serie A: Personen mit möglichst vollständigen, natürlichen Zahnreihen.

Serie B: Personen mit totalen Prothesen im Ober- und Unterkiefer.

### *Serie A: Natürliche Bezahnung*

Alle Patienten hatten im Minimum eine Gebisshälfte (rechte/linke) voll bezahnt, mindestens bis und mit den zweiten Molaren (mit Ausnahme von 3 Patienten, deren Bezahnung nur bis zu den ersten Molaren reichte).

Bei den Patienten, die nur eine Gebisshälfte voll bezahnt hatten, war dies auch jeweils die Seite, mit der die tägliche Nahrung gekaut wurde.

Im folgenden soll über 45 Kau-Bestimmungen an 44 verschiedenen Personen berichtet werden. Die Mehrzahl der Versuchspersonen rekrutierte sich aus Studierenden der Zahnmedizin am Zahnärztlichen Institut der Universität Basel und aus dem Personal des Instituts. Das *Durchschnittsalter* der getesteten Personen mit natürlicher Zahnreihe betrug *26 Jahre*. Die beiden jüngsten waren 17 Jahre alt, der älteste 48. Von den untersuchten 44 Personen standen 29 im Alter zwischen 18 und 28 Jahren, 3 waren jünger, 12 älter.

Das *Durchschnittsgewicht des* bei den verschiedenen Testungen *zurückgewonnenen Kaffees* betrug *4330 mg*. Im einzelnen schwankten die Totalgewichte zwischen 3700 mg und 5000 mg. Mehr als die Hälfte der Werte lag zwischen 4100 mg und 4900 mg.

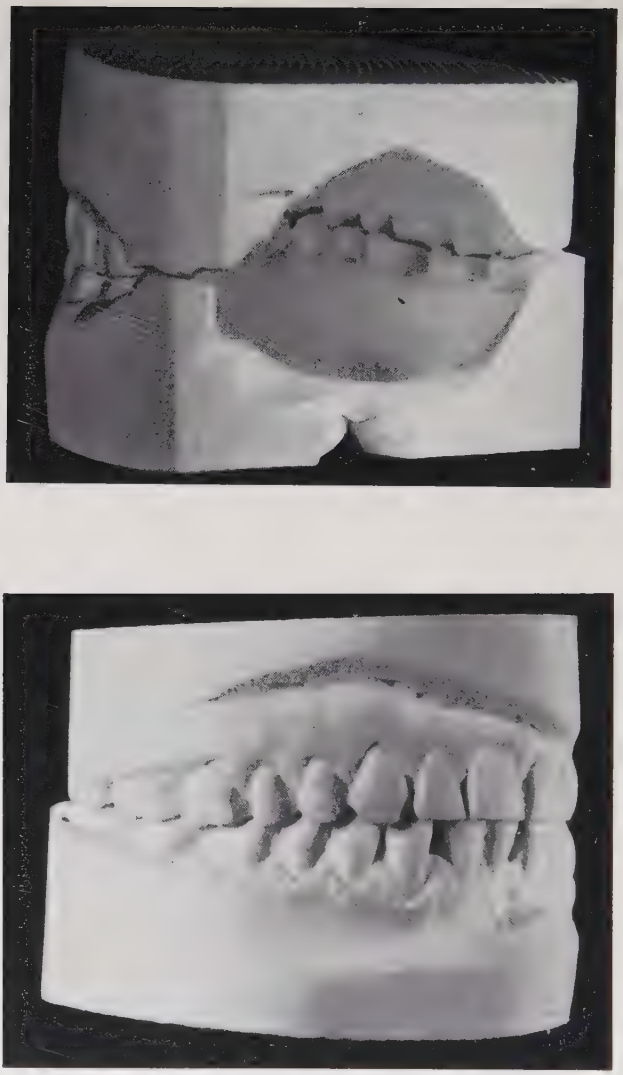
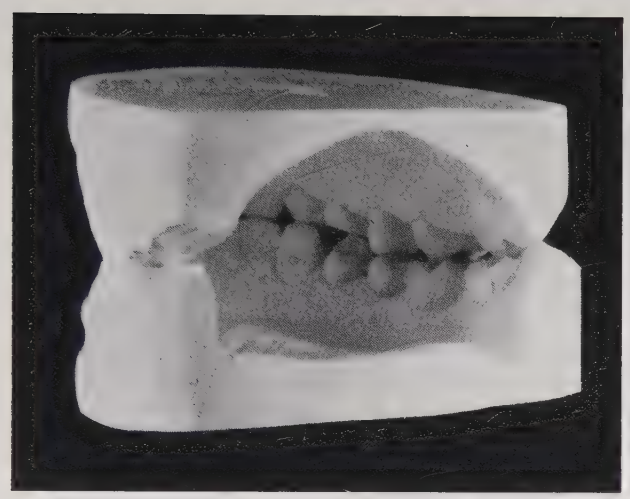


Abbildung 3

Modelle des Gebisses mit der besten Kauleistung (691 Punkte). Vollständige, natürliche Zahnreihen von 8 ± 8, durch natürlichen Gebrauch ideal eingeschliffen (Vielpunktkontakt), keine steilen Höcker.



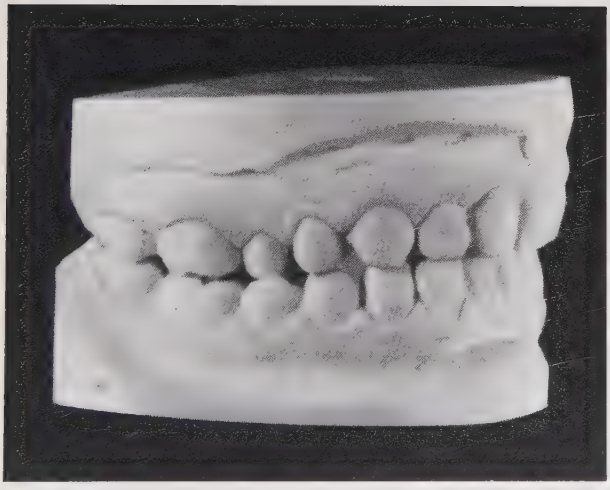


Abbildung 4

Modelle eines Gebisses mit sehr schlechter Kauleistung.
Die Kauflächen berühren sich nur punktförmig.

Zusammenstellung der *Bezahnungsverhältnisse* der Patienten der Serie A:

| | | |
|---|---|---|
| vollständige (lückenlose) Zahnreihen bis und mit ... | $7 \pm 7$ | bei 30 Personen |
| | $7 \pm$ oder $\pm 7$ | bei 7 Personen |
| | $8 \pm 8$ | bei 2 Personen |
| | $\frac{7}{8} \pm \frac{7}{8}$ | bei 1 Person |
| | $\frac{6}{7} \pm \frac{6}{7}$ | bei 2 Personen |
| | $6 \pm 6$ | bei 2 Personen |
| | $\pm 6$ | bei 1 Person |

30 von den getesteten 45 Personen hatten einen Zahnbestand von $7 \pm 7$ artikulierenden Zähnen, davon 27 in beidseitig eugnather Verzahnung. 1 Patient hatte einen Distalbiss, 1 Patient einen einseitigen Kreuzbiss und 1 Patient eine einseitig distale Verzahnung. Diese Gruppe erzielte im Mittel 535 Punkte.

Zu Vergleichszwecken könnte noch die aus 7 Personen bestehende Patientengruppe mit nur auf einer Seite bis und mit den zweiten Molaren voll bezahnten Kiefern herangezogen werden. Die Gruppe realisierte im Mittel 511 Punkte.

Die 2 Personen mit $8 \pm 8$ artikulierenden Zähnen zeigten mit 691 und 537 Punkten die besten Voraussetzungen für eine gute Nahrungszerkleinerung.

Das arithmetische *Mittel aus den 45 Messungen* ergibt folgende prozentuale Verteilung des zurückgewonnenen Testmaterials über den verschiedenen Sieben:

| | |
|---|---|
| auf Sieb Nr. 1 (gröbstes) | 2 %, |
| auf Sieb Nr. 2 | 23 %, |
| auf Sieb Nr. 3 | 54 %, |
| auf Sieb Nr. 4 (feinstes) | 21 %. |

Dem entspricht ein *mittlerer Kauleistungswert von 530 Punkten.*

*Das beste Resultat* wurde mit *691 Punkten* von einem 34jährigen Studenten mit einem vollständigen Gebiss ($8 \pm 8$) erreicht.

Abbildung 3 zeigt Modelle dieses Gebisses. Man beachte die Schliffacetten dieser durch natürlichen Gebrauch ideal eingeschliffenen Zahnreihen. Flächenhafter Kontakt der Seitenzähne in Schlussbissstellung und das Fehlen steiler Höcker sind charakteristisch.

Es folgen Personen mit 664 und 655 Punkten. Ihre Zahnreihen sind bis $7 \pm 7$ komplett und zeigen normale Bissverhältnisse.

*Die schlechtesten Messungen* ergaben *316, 361 und 380 Punkte.*

Abbildung 4 zeigt Modelle eines dieser Gebisse mit schlechter Kauleistung. Auch hier sind die Zahnreihen bis 7 ± 7 komplett, aber die Artikulation ist schlecht. Die Seitenzähne berühren sich in Schlussbissstellung nur punktförmig.

## *Serie B: Totale Prothesen*

Auch hier liegen 45 Messungen an 44 verschiedenen Patienten vor. Alle getesteten Personen trugen im Ober- und Unterkiefer totale Prothesen, die in der prothetischen Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität Basel nach dem Kauabdruckverfahren nach Prof. *Spreng* angefertigt worden sind.

Die Versuchspersonen wurden nicht speziell ausgewählt, sondern alle Patienten, denen in den letzten Jahren durch Studenten totale Prothesen eingegliedert worden sind, wurden zu einer Kontrolle aufgeboten. Alle erschienenen Patienten wurden in die Versuchsreihe aufgenommen. Das Durchschnittsalter der getesteten Personen mit totalen Prothesen betrug *62 Jahre.* Die jüngste Patientin war 38 Jahre alt, die älteste 82 Jahre. Von den 45 untersuchten Patienten standen 23 im Alter zwischen 45 und 65 Jahren, 3 waren jünger, 19 älter. *Im Mittel trugen* diese *Patienten ihre Prothesen 25 Monate.* 23 Patienten hatten sie zwischen 20 und 35 Monaten, 15 weniger lang, 7 länger. Die neueste Prothese war 2 Monate eingegliedert, die älteste 4 Jahre und 2 Monate.

Das *Durchschnittsgewicht des zurückgewonnenen Kaugutes* betrug *4550 mg* (gegenüber 4330 mg bei der natürlichen Zahnreihe). Die bei den 45 Messungen zurückgewonnenen Kaffeemengen schwankten zwischen 3800 mg und 5050 mg, bei 73 % der Tests jedoch nur zwischen 4000 mg und 4800 mg.

Zusammenstellung der *Bezahnungsverhältnisse* der Patienten der Serie B:

| künstliche Zahnreihen bis und mit ... | | | |
|---|---|---|---|
| 6 ± 6 bei 21 Personen. | 14 × beidseit. | Kreuzbiss | |
| | 3 × einseit. | | |
| 7 ± 7 bei 21 Personen. | 10 × beidseit. | Kreuzbiss | |
| | 4 × einseit. | | |
| 7 ± 6 bei 3 Personen. | 1 × beidseit. | Kreuzbiss | |
| | 2 × einseit. | | |

Von den 45 geprüften Prothesen waren bei 21 6 ± 6 Zähne aufgestellt, davon 14 beidseitig, 3 einseitig in Kreuzbissstellung. Weitere 21

Prothesen zeigten 7 ± 7 Zähne, davon in 10 Fällen beidseits, in 4 Fällen auf einer Seite im Kreuzbiss aufgestellt. 3 Prothesenpaare hatten auf der einen Seite 6, auf der andern Seite 7 Zähne, davon in einem Fall in beidseitiger, in den beiden übrigen Fällen in einseitiger Kreuzbissstellung. Das arithmetische *Mittel der 45 Messungen* ergibt folgende prozentuale Verteilung des Kaugutes:

| | | |
|---|---|---|
| auf Sieb Nr. 1 (gröbstes) | 11 % | (natürliche Zahnreihe 2 %) |
| auf Sieb Nr. 2 | 48 % | (natürliche Zahnreihe 23 %) |
| auf Sieb Nr. 3 | 33 % | (natürliche Zahnreihe 54 %) |
| auf Sieb Nr. 4 (feinstes) | 8 % | (natürliche Zahnreihe 21 %). |

Dem entspricht ein *mittlerer Kauleistungswert von 352 Punkten.*

*Das beste Resultat* wurde von einer 77jährigen Patientin erreicht: *525 Punkte.*

Abbildung 5 zeigt ihre Prothesen mit 7 ± 7 Zähnen und beidseitigem Kreuzbiss.

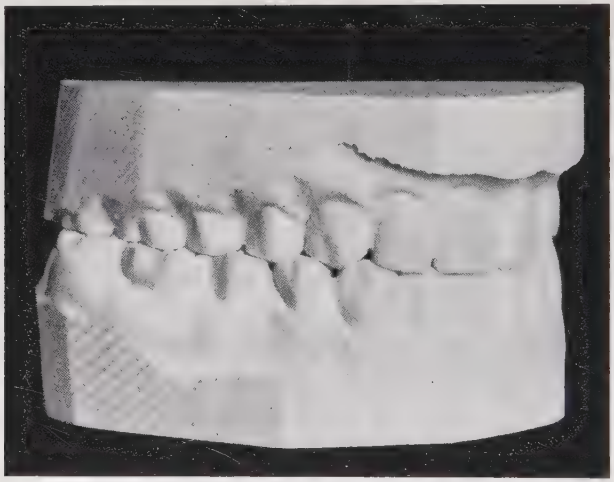


Abbildung 5

Modelle der Prothesen mit der besten Kauleistung (525 Punkte). Künstliche Zahnreihen von 7 ± 7, beidseitiger Kreuzbiss, sehr schön eingeschliffen (Vielpunktkontakt)

Es folgen Patienten mit 498 und 491 Punkten (6 ± 6 Zähne in normaler Artikulation und 7 + 7 Zähne mit beidseitigem Kreuzbiss). Eine ungenügende Kaufunktion zeigten Prothesen mit 199 und 213 Punkten

(6 ± 6 Zähne, beidseitiger Kreuzbiss). Abbildung 6 zeigt eine dieser wenig wirkungsvollen künstlichen Zahnreihen.

Die Prothesenträger mit 7 ± 7 Zähnen erkauten einen Durchschnitt von 371 Punkten, die Patienten mit bloss 6 ± 6 künstlichen Zähnen dagegen nur 335 Punkte. Der Unterschied beträgt also rund 10 %. *Im Mittel erreichten die Kauleistungen der Gruppe mit Prothesen 67 % des von den Patienten der Gruppe mit natürlicher Zahnreihe erkauten Wertes.* Nur der allerbeste Wert kam dem Durchschnitt eines natürlich bezahnten Gebisses nahe!

Auffallend ist die Verschiebung des weitaus grössten Teils der Kaffeesplitter vom Sieb Nr. 3 bei natürlicher Bezahnung auf das Sieb Nr. 2 bei den Messungen mit totalen Prothesen (vgl. S. 30).

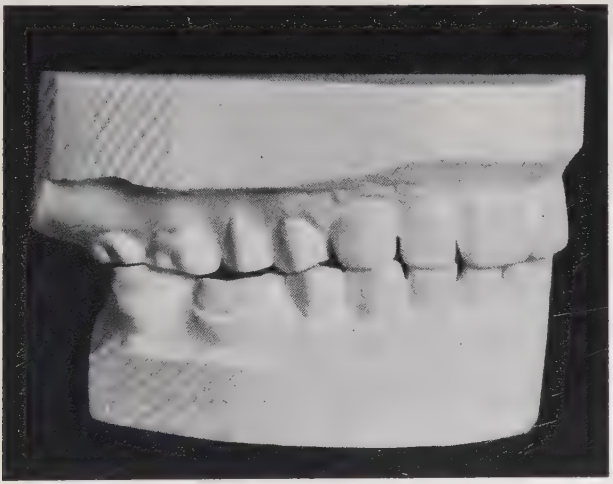


Abbildung 6

Modelle einer Prothese mit schlechter Kaufunktion. Die künstlichen Zahnreihen sind lückig aufgestellt und nicht sorgfältig eingeschliffen. Kein Vielpunktkontakt.

## *Serie A: Natürliche Bezahnung*

| Patient Nr. | Alter | Zahnbestand | Verteilung des gesiebten Kaffees in % Sieb 1 | Sieb 2 | Sieb 3 | Sieb 4 | Totalgewicht des zurückgewonnenen Kaugutes in mg | Erzielte Punktzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 27 | 7 ± 7 | — | 10 | 57 | 33 | 3790 | 635 |
| 1 | 27 | 7 ± 7 | — | 10 | 53 | 37 | 4090 | 655 |
| 2 | 17 | 6 ± 6 | — | 15 | 54 | 31 | 3840 | 610 |
| 3 | 25 | 7 ± 7 | — | 23 | 62 | 15 | 4000 | 506 |
| 4 | 25 | ± 7 | — | 11 | 64 | 25 | 3740 | 592 |
| 5 | 24 | ± 6 | — | 6 | 66 | 28 | 3700 | 622 |
| 6 | 37 | 7 ± 7 | — | 5 | 64 | 31 | 4670 | 640 |
| 7 | 34 | 7 ± 7[1] | — | 7 | 71 | 22 | 3710 | 589 |
| 8 | 29 | ± 7 | — | 7 | 68 | 25 | 4290 | 604 |
| 9 | 43 | 7 ± 7 | — | 27 | 59 | 14 | 3770 | 489 |
| 10 | 48 | $\frac{7}{8}$ ± $\frac{7}{8}$ | 10 | 24 | 56 | 10 | 4220 | 438 |
| 11 | 30 | 7 ± | 11 | 32 | 39 | 18 | 4460 | 450 |
| 12 | 20 | 7 ± 7 | 2 | 40 | 42 | 16 | 4280 | 452 |
| 13 | 18 | 7 ± 7 | — | 14 | 68 | 18 | 3700 | 548 |
| 14 | 18 | 7 ± 7 | — | 41 | 48 | 11 | 4980 | 432 |
| 15 | 17 | 7 ± 7 | — | 58 | 35 | 7 | 4910 | 361 |
| 16 | 21 | 7 ± 7 | — | 23 | 58 | 19 | 4430 | 526 |
| 17 | 20 | ± 7 | 11 | 55 | 29 | 5 | 4990 | 316 |
| 18 | 26 | 7 ± | — | 15 | 67 | 18 | 3940 | 545 |
| 19 | 22 | ± 7 | — | 27 | 58 | 15 | 4870 | 494 |
| 20 | 30 | 7 ± 7 | — | 14 | 56 | 30 | 4100 | 608 |
| 21 | 23 | 7 ± 7[2] | — | 9 | 62 | 29 | 4620 | 618 |
| 22 | 26 | 7 ± 7 | — | 19 | 55 | 26 | 4670 | 573 |
| 23 | 27 | 7 ± 7 | 14 | 30 | 45 | 11 | 4580 | 409 |
| 24 | 22 | 7 ± 7 | 13 | 41 | 35 | 11 | 4910 | 380 |
| 25 | 24 | 7 ± 7 | — | 33 | 55 | 12 | 3700 | 461 |
| 26 | 26 | $\frac{6}{7}$ ± $\frac{7}{6}$[3] | — | 51 | 38 | 11 | 5000 | 402 |
| 27 | 24 | 7 ± 7 | — | 27 | 58 | 15 | 4870 | 494 |
| 28 | 29 | 7 ± 7 | — | 12 | 66 | 22 | 4570 | 574 |
| 29 | 26 | 7 ± 7 | — | 30 | 51 | 19 | 4740 | 505 |
| 30 | 23 | 7 ± 7 | — | 14 | 60 | 26 | 4110 | 588 |
| 31 | 36 | ± 7 | — | 21 | 51 | 28 | 4280 | 577 |
| 32 | 27 | 7 ± 7 | — | 41 | 51 | 8 | 5000 | 417 |
| 33 | 23 | 7 ± 7 | — | 7 | 56 | 37 | 3790 | 664 |
| 34 | 24 | 7 ± 7 | — | 13 | 64 | 23 | 4160 | 576 |
| 35 | 24 | 7 ± 7 | — | 19 | 54 | 27 | 4180 | 578 |
| 36 | 17 | 6 ± 6 | 2 | 37 | 43 | 18 | 4550 | 471 |
| 37 | 24 | 7 ± 7 | — | 32 | 49 | 19 | 4190 | 499 |
| 38 | 22 | 7 ± 7[3] | 4 | 34 | 47 | 15 | 4890 | 457 |
| 39 | 34 | 8 ± 8 | 4 | 1 | 53 | 42 | 3710 | 691 |
| 40 | 31 | 8 ± 8 | — | 21 | 59 | 20 | 4930 | 537 |
| 41 | 33 | 7 ± 7 | — | 30 | 38 | 32 | 4940 | 570 |
| 42 | 17 | 7 ± 7 | — | 14 | 57 | 29 | 3700 | 603 |
| 43 | 21 | $\frac{6}{7}$ ± $\frac{7}{7}$ | — | 33 | 47 | 20 | 4360 | 501 |
| 44 | 20 | 7 ± 7 | — | 6 | 69 | 25 | 3710 | 607 |
| 45 | 26 | | 2 | 23 | 54 | 21 | 4330 | 530 |

## *Serie B: Totale Prothesen*

| Patient Nr. | Alter | Zahnbestand | Tragdauer der Prothese in Monaten | Verteilung des gesiebten Kaffees in % Sieb 1 | Sieb 2 | Sieb 3 | Sieb 4 | Totalgewicht des zurückgewonnenen Kaugutes in mg | Punkte |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 101 | 55 | 6 ± 6[4] | 4 | 45 | 39 | 14 | 2 | 4790 | 213 |
| 102 | 68 | 6 ± 6[4] | 11 | 23 | 52 | 20 | 5 | 4420 | 277 |
| 103 | 47 | 6 ± 6 | 5 | 8 | 64 | 24 | 4 | 4770 | 296 |
| 104 | 65 | 6 ± 6[1] | 11 | 7 | 56 | 31 | 6 | 4670 | 334 |
| 105 | 55 | 6 ± 7[1] | 11 | 9 | 61 | 25 | 5 | 5050 | 306 |
| 106 | 73 | 7 ± 7 | 2 | 10 | 41 | 41 | 8 | 4230 | 377 |
| 106 | 74 | 7 ± 7 | 14 | 9 | 52 | 33 | 6 | 4760 | 338 |
| 107 | 61 | 6 ± 6[4] | 17 | 41 | 49 | 8 | 2 | 5050 | 199 |
| 108 | 70 | 7 ± 6[1] | 19 | 6 | 51 | 34 | 9 | 4940 | 368 |
| 109 | 68 | 6 ± 6 | 17 | 5 | 39 | 44 | 12 | 4410 | 423 |
| 110 | 73 | 7 ± 7 | 16 | 9 | 67 | 27 | 7 | 4680 | 348 |
| 111 | 70 | 6 ± 6[4] | 19 | 26 | 47 | 22 | 5 | 4070 | 280 |
| 112 | 66 | 7 ± 7 | 14 | 8 | 32 | 46 | 14 | 3820 | 442 |
| 113 | 62 | 6 ± 7[4] | 17 | 8 | 53 | 32 | 7 | 4420 | 344 |
| 114 | 55 | 6 ± 6 | 17 | 5 | 45 | 40 | 10 | 4120 | 395 |
| 115 | 38 | 7 ± | 21 | 8 | 47 | 36 | 9 | 4580 | 372 |
| 116 | 65 | 7 ± 7[1] | 27 | 5 | 52 | 30 | 13 | 4610 | 389 |
| 117 | 73 | 6 ± 6[4] | 33 | 4 | 46 | 43 | 7 | 4530 | 381 |
| 118 | 45 | 6 ± 6[2] | 24 | 11 | 62 | 22 | 5 | 4240 | 295 |
| 119 | 43 | 7 ± 7[1] | 24 | 5 | 41 | 43 | 11 | 4640 | 412 |
| 120 | 69 | 6 ± 6[4] | 30 | 5 | 43 | 39 | 13 | 4800 | 416 |
| 121 | 48 | 7 ± 7[1] | 24 | 18 | 46 | 29 | 7 | 4250 | 325 |
| 122 | 55 | 6 ± 6[4] | 24 | 42 | 38 | 16 | 4 | 4840 | 238 |
| 123 | 56 | 7 ± 7[4] | 25 | — | 33 | 49 | 18 | 4030 | 491 |
| 124 | 59 | 7 ± 7 | 30 | — | 37 | 48 | 15 | 4100 | 464 |
| 125 | 69 | 7 ± 7[4] | 24 | 23 | 56 | 17 | 4 | 4630 | 260 |
| 126 | 64 | 6 ± 6[1] | 24 | — | 33 | 53 | 14 | 4340 | 471 |
| 127 | 77 | 7 ± 7[4] | 27 | — | 30 | 47 | 23 | 3800 | 525 |
| 128 | 73 | 6 ± 6[4] | 27 | 10 | 53 | 32 | 5 | 4810 | 326 |
| 129 | 63 | 6 ± 6[4] | 27 | 8 | 66 | 22 | 4 | 4270 | 290 |
| 130 | 67 | 6 ± 6[1] | 34 | 3 | 58 | 33 | 6 | 4150 | 344 |
| 131 | 82 | 7 ± 7[4] | 35 | 16 | 61 | 19 | 4 | 4350 | 273 |
| 132 | 63 | 7 ± 7[1] | 28 | 23 | 53 | 21 | 3 | 4680 | 264 |
| 133 | 58 | 7 ± 7[4] | 34 | 2 | 44 | 38 | 16 | 4610 | 440 |
| 134 | 44 | 6 ± 6[4] | 33 | 3 | 51 | 39 | 7 | 4790 | 370 |
| 135 | 48 | 7 ± 7[1] | 34 | 11 | 49 | 31 | 9 | 4730 | 354 |
| 136 | 77 | 7 ± 7[4] | 43 | 19 | 59 | 20 | 2 | 4720 | 257 |
| 137 | 75 | 7 ± 7[4] | 27 | 7 | 57 | 29 | 7 | 4790 | 336 |
| 138 | 60 | 7 ± 7[4] | 40 | 17 | 40 | 37 | 6 | 5040 | 342 |
| 139 | 56 | 7 ± 7[4] | 26 | 10 | 33 | 45 | 12 | 5040 | 421 |
| 140 | 56 | 6 ± 6[4] | 38 | 16 | 43 | 31 | 10 | 4480 | 357 |
| 141 | 58 | 6 ± 6[4] | 37 | 2 | 49 | 41 | 8 | 4550 | 385 |
| 142 | 47 | 6 ± 6 | 38 | 3 | 20 | 63 | 14 | 4590 | 498 |
| 143 | 70 | 7 ± 7 | 48 | 5 | 54 | 32 | 9 | 4570 | 363 |
| 144 | 72 | 6 ± 6 | 50 | 13 | 69 | 16 | 2 | 4820 | 251 |
| 45 | 62 | | 25 | 11 | 48 | 33 | 8 | 4550 | 352 |

1) Einseitiger Kreuzbiss.
2) Einseitige distale Verzahnung.
3) Distalbiss.
4) Beidseitiger Kreuzbiss.

Die an Patienten mit totalen Prothesen durchgeführten Kautests hatten zwei Ziele: erstens die Methode auf ihre praktische Anwendbarkeit zu prüfen, zweitens einen Mittelwert der Kauleistung mit Prothesen zu gewinnen und Vergleiche mit Resultaten von Personen mit natürlichen Zahnreihen zu bekommen.

Wenn man aus den Ergebnissen der Kautestung bei Patienten mit totalen Prothesen weitere Schlüsse ziehen möchte, müssten genauere Erhebungen über Artikulationsverhältnisse und Kauflächenrelief sowie Form und Beschaffenheit des Prothesenlagers und der Prothesenbasis gemacht und in Rechnung gestellt werden. Es brauchte dazu zumindest Modelle der künstlichen Zahnreihen in Okklusion und Artikulation. Die Bestandesaufnahme über die Prothesenbasis müsste im Mund erfolgen.

## Conclusio

*Die Kauleistung mit totalen Prothesen liegt nach den vorliegenden Untersuchungen im Mittel um 30—40 % niedriger als beim vollbezahnten natürlichen Gebiss.* Die Erklärung dafür ergibt sich aus dem Unterschied der Kaufunktion mit der natürlichen Bezahnung und dem Kauen mit der künstlichen Zahnreihe: Beim natürlichen Gebiss kann die Kaukraft vermehrt ausgenützt werden, da die Zähne durch die Anordnung ihrer Periodontien derart im Kieferknochen verankert sind, dass sich der Kaudruck auf die natürlichen Zähne in unschädlichen Zug auf den Knochen umwandelt. Bei künstlichen Zähnen ist diese ausgiebige Ausnützung der Kaukraft nicht möglich, weil das kompressible Prothesenlager starken Kaudruck nicht aushält. Die Kieferschleimhaut reagiert nämlich schon auf bedeutend kleinere Kaudrucke, als beim natürlichen Gebiss möglich sind, mit Schmerzreaktionen. Auch verunmöglicht der im Vergleich mit der natürlichen Zahnreihe verminderte Halt der Prothesen und die Gefahr des Abkippens derselben die Anwendung hoher Kaudrucke. Nach *L. Reich* ist der Kaudruck bei Prothesenträgern auf ein Viertel bis ein Fünftel reduziert.

Daraus ergeben sich die Eigenschaften einer funktionstüchtigen Prothese:

Ihr Halt ist gut,

ihre Basis ist möglichst ausgedehnt (ohne Druckstellen zu verursachen oder beim normalen Spiel der Muskulatur den festen Sitz zu verlieren),

sie zeigt wirkungsvolle Kauflächenformen und

Vielpunktkontakt der künstlichen Zahnreihen in der Okklusion und in Vor- und Seitbissstellungen. (Dies lässt sich regelrecht und wirksam durch Berücksichtigung der individuellen Kondylenbahnneigung und individuelles Einschleifen der Zahnreihen erreichen.)

## Zusammenfassung

Die von *Christiansen* angegebene und von *Manly* und *Braley* verfeinerte Methode zur experimentellen Bestimmung von Kauleistungen erfährt in dieser Arbeit folgende Abänderungen:

1. An Stelle von Kokosnuss-Stückchen bzw. Erdnüssen werden *geröstete Kaffeebohnen* gekaut.
2. An Stelle der nassen Siebung des Kaugutes tritt die *trockene Siebung*.
3. Für die *Berechnung des Resultats* wird ein neuer Weg angegeben. Er führt zu einem einfachen Zahlenwert, einer Punktzahl, deren Grösse ein Mass für die Kauleistung (das Zerkleinerungsvermögen) des getesteten Gebisses ist.

Das praktische Vorgehen ist folgendes: Eine bestimmte Menge gerösteter Kaffeebohnen — in Portionen unterteilt — wird von den Versuchspersonen mit einer festgelegten Anzahl Kaubewegungen (20) zerkleinert. Das Kaugut wird gesammelt, getrocknet und in einem Etagensieb mit vier verschiedenen Maschenweiten auf die Feinheit der Partikel untersucht. Durch Wägen wird die prozentuale Verteilung der Kaffeepartikel auf die vier Siebe ermittelt.

Die Berechnung der Kauleistung beruht auf der Annahme, dass die Feinheit der beim Kauen von Kaffeebohnen entstehenden Splitter der geleisteten Zerkleinerungsarbeit entspreche.

Die Zerkleinerungsarbeiten, die geleistet werden müssen, um gleiche Mengen Kaugut auf die verschiedenen Etagen des Siebsatzes zu bringen, sind den Maschenweiten der betreffenden Siebe umgekehrt proportional.

Also kann unter Berücksichtigung der Maschenweiten aus der prozentualen Verteilung des gekauten Kaffees auf die verschiedenen Siebe auf die geleistete Zerkleinerungsarbeit (= Kauleistung) geschlossen werden.

Nach dieser Methode wurde zuerst die Kauleistungsfähigkeit von 44 Personen mit natürlicher Bezahnung untersucht. Dann wurden ebenso viele Messungen an Patienten mit totalen Prothesen im Ober- und Unterkiefer durchgeführt. In beiden Fällen haben sich geröstete Kaffeebohnen als Testmaterial bewährt.

Die Messergebnisse zeigen, dass mit Prothesen nur die allerbesten Resultate (525 und 498 Punkte) an den Durchschnittswert der Personen mit natürlicher Bezahnung (530 Punkte) heranreichen. Im Mittel wurden *mit Prothesen 67 % der Leistungen eines natürlichen Gebisses erreicht.*

Es sei hervorgehoben, dass bei den vorliegenden Kauprüfungen keine Analyse der artikulatorischen Beziehungen der Zahnreihen im einzelnen — und bei Prothesen deren Gesamtfunktion — vorgenommen wurde. Einzig die Längen der Zahnreihen wurden berücksichtigt und die praktische Tauglichkeit des ausgearbeiteten Verfahrens zur Bestimmung der Kauleistung geprüft.

# LITERATUR

*Balters,* W.: Untersuchungen über das Kauvermögen von Prothesen mit verschiedenartigen Zähnen. Zahnärztl. Rundschau 1930, pag. 81 und 1032.

*Christiansen,* E. G.: Eigene Untersuchungen über das Kauvermögen des natürlichen und des künstlichen Gebisses. Vierteljahrsschrift f. Zahnheilkunde, 39. Jahrg., 1923. Heft 1, pag. 1.

*Gessner,* H.: Die Schlämmanalyse. Leipzig, Akad. Verlagsges., 1930.

*Manly,* R. S., und *Braley,* L. C.: Masticatory Performance and Efficiency. Journal of Dental Research, Volume 29, 1950, pag. 448.

*Münzesheimer,* F., und *Trebitsch,* F.: Neue Prüfungsmethode der Funktionstüchtigkeit künstlicher Gebisse. Vierteljahrsschrift f. Zahnheilkunde, XLIV Nr. 1, 1928, pag. 1.

*Parma,* C.: Die Kaufähigkeit bei Erkrankungen des Verdauungstraktes. Österr. Zeitschrift f. Stomatologie, 49. Jahrg., 1952, pag. 643.

*Reich,* L.: Untersuchungen über den Kaueffekt verschiedener künstlicher Zahnformen in der totalen Prothese nach der von Christiansen angegebenen Methode. Schweiz. Monatsschrift f. Zahnheilkunde, 47. Jahrg., 1937, pag. 705.

Gedruckt in Westdeutschland